DK 551.583 (43-2.457.7)

Langfristige Temperaturänderungen in Geisenheim in der Zeit von 1885 bis 1940.

Von Dr. NIKOLAUS WEGER, Geisenheim.

(Aus der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des Reichsamtes für Wetterdienst Geisenheim a. Rh.)

Mit 2 Abbildungen und 6 Tabellen.

(Eingegangen am 5. Februar 1941.)

Klimaänderungen auf unserer Erde im Laufe der verflossenen Jahrhunderte und -tausende können mit verschiedenen indirekten Methoden in großen Zügen verfolgt werden, wobei selbstverständlich die Genauigkeit der so gewonnenen Ergebnisse sich in keiner Weise mit derjenigen der in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, unter Benutzung geeigneter Instrumente, begonnenen systematischen meteorologischen Beobachtungen vergleichen läßt. Mit Hilfe dieser instrumentellen Beobachtungen wurde nun einwandfrei festgestellt, daß z. B. in Nord- und Mitteleuropa das Klima innerhalb der letzten 150 Jahre immer milder geworden ist und, namentlich in den letzten Jahrzehnten, die Temperatur in einem beachtlichen Ausmaß zugenommen hat.

Trotzdem also die Tatsache einer allgemeinen Erwärmung in Europa im großen nachgewiesen ist, interessiert uns die Frage, inwiefern Änderungen dieses wichtigsten klimatischen Faktors möglicherweise durch lokale und orographische Besonderheiten beeinflußt werden. Eine unterschiedliche Auswirkung großklimatischer Vorgänge ist in erhöhtem Maße in Gegenden mit abwechslungsreicher Oberflächengestaltung zu erwarten, wie z. B. im Rheingau, wo sich unter dem Schutz des Rheingaugebirges vor rauhen Nordwestwinden, dank günstigsten Bestrahlungsbedingungen und dem Vorhandensein der bedeutenden Wassermassen des Rheinstromes ein ausgesprochenes Weinbauklima von seltener Güte ausgebildet hat. Auch in Anbetracht dessen, daß die Weinrebe äußerst empfindlich auf jedes Zehntelgrad Temperaturänderung reagiert, erscheint es von Wichtigkeit, sich mit den eingetretenen Klimaänderungen etwas eingehender zu befassen. In einem unmittelbaren Zusammenhang hiermit steht auch das Auftreten von Rebschädlingen, das, wie WEGER

nachwies, ebenfalls in hohem Grade an das Lokalklima gebunden ist und parallel zu einer langfristigen Klimaänderung eine ab- bzw. zunehmende Tendenz zeigen müßte. Alles dies gilt natürlich auch für das Gedeihen von anderen Kulturen, wie Obst, Gemüse und Getreide, wobei namentlich beim Obstbau auf langsame, aber in demselben Sinn verlaufende Klimaänderungen Rücksicht zu nehmen und in Anpassung an die veränderten Verhältnisse gegebenenfalls der Anbau geeigneterer Sorten zu erwägen wäre.

Für die Untersuchung der langfristigen Temperaturänderungen im Rheingau wurden die Beobachtungen der meteorologischen Station 1. Ordnung Geisenheim des Reichswetterdienstes verwendet. Von den drei Rheingauer Stationen hat Geisenheim den Vorzug einer genügend langen Beobachtungsreihe (erstes Beobachtungsjahr in Geisenheim — 1884, in Hattenheim-Steinberg — 1901, in Aßmannshausen — 1914) und einer Lage, die am wenigsten lokal beeinflußt ist, weshalb die gefundenen Verhältnisse sich ohne Bedenken auf eine große Anzahl ähnlich gelegener Rheingauer Weinbauorte übertragen lassen. Hattenheim-Steinberg (eine Hangstation in 199 m Höhe an einem 330 m hohen Abhang) und Aßmannshausen (eine ausgesprochene Talstation) weisen dagegen typische Abweichungen gegenüber Geisenheim auf, wie es WITTERSTEIN gezeigt hat, dessen kleinklimatische Untersuchungen es ermöglichen, aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit gewisse Schlüsse über die wahrscheinlichen Änderungen der Temperaturverhältnisse an den beiden genannten Stationen zu ziehen.

Von den Geisenheimer Beobachtungen, die stets in mustergültiger Weise von Angehörigen der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau Geisenheim durchgeführt wurden und die eine durchaus homogene Beobachtungsreihe darstellen, wurden die aus den drei täglichen Terminbeobachtungen gebildeten Tagesmittel der Lufttemperatur und die Ablesungen der Extremthermometer in der Hütte, 2 m über dem Boden, verarbeitet. Die im Jahr 1936 vorgenommene Stationsverlegung an eine andere Stelle wurde berücksichtigt, indem die Beobachtungen in der neuen Lage nach zweijährigen Parallelmessungen auf die alte Station reduziert wurden. Die neue Station befindet sich zur Zeit inmitten von Weinpflanzungen, auf dem sanft nach Norden zu ansteigenden Gelände; bis 1936 stand sie in einem Gartenstück der Versuchs- und Forschungsanstalt in einer Entfernung von etwa 300 m Luftlinie von der neuen Station in einer etwas windgeschützten Aufstellung. Wie aus den Parallelmessungen hervorgeht, sind die Unterschiede der Monatsmittel nicht groß, sie betragen im Höchstfall $0{,}3^0$ im Juli und August, in den anderen Monaten 0,2 bzw. $0{,}1^0$.

Zwecks Auffindung langfristiger Temperaturänderungen wurde die 56jährige Beobachtungsreihe in zwei Hälften, 1885/1912 und 1913/1940, geteilt und diese untereinander verglichen. Hierbei wurden stets die Werte der Periode 1885/1912 von denen der Periode 1913/1940 abgezogen,

so daß die berechneten Differenzen die Änderungen in der zweiten Hälfte der Beobachtungsreihe ausdrücken. In Tabelle 1 sind die Verhältnisse zunächst auf die einfachste und gebräuchlichste Art und Weise dargestellt, nämlich in Monats-, Jahres- und Jahreszeitenmittelwerten. Man sieht, daß schon das Jahresmittel eine Temperaturerhöhung aufweist; eine Prüfung der Monatsmittel lehrt jedoch, daß an dieser Erwärmung durchaus nicht alle Monate in gleichem Maße beteiligt sind, sondern daß die größte Temperaturzunahme auf den Januar fällt und daß der April und der Juni sogar einen Temperaturrückgang zeigen! Faßt man je 3 Monate zu einem Jahreszeiten-Monatsmittelwert zusammen (Dezember, Januar, Februar = Winter; März, April, Mai = Frühling; Juni, Juli, August = Sommer; September, Oktober, November = Herbst), so gleichen sich die Unterschiede etwas aus, die Genauigkeit der Mittelwerte wird größer und es ergibt sich, daß die größte Erwärmung in den Wintermonaten auftritt, daß der Frühling und der Herbst um einen halb so großen, gleichen Betrag wärmer geworden sind und daß die Sommertemperatur nahezu unverändert geblieben ist, da die geringfügige Abnahme um 0,1^0 bereits unterhalb des wahrscheinlichen Fehlers liegt, der bei der Mittelbildung aus voneinander abweichenden Werten entsteht und der sich aus den Abweichungen vom Mittel berechnen läßt. Diese letzte Größe — die durchschnittliche Abweichung vom Mittel — charakterisiert die Veränderlichkeit der Monatstemperaturen und ermöglicht eine bessere Vorstellung über die tatsächlich herrschenden Temperaturverhältnisse. Gebildet wird sie, indem die Monats- bzw. die Jahreswerte der einzelnen Jahrgänge von dem jeweiligen Mittelwert abgezogen und ohne Rücksicht auf das Vorzeichen addiert werden; eine Division durch die Zahl der beobachteten Jahre ergibt dann die durchschnittliche Abweichung vom Mittel. Ihre Änderung in den einzelnen Monaten ist, mit Ausnahme vom Mai, Juni und November, nur geringfügig und übersteigt kaum den wahrscheinlichen Fehler.

Noch besser als die durchschnittliche Abweichung vom Mittel, die ja Temperaturschwankungen innerhalb größerer Zeitabstände wiedergibt, eignen sich die täglichen Ablesungen der Extremthermometer dazu, ein klares Bild über das Auf und Ab der Temperatur zu formen; hinzu kommt, daß diese kurzfristigen Schwankungen auch von größerer Bedeutung für Mensch, Tier und Pflanze sind. Aus den in den Tabellen 3 und 4 aufgeführten Monatsmitteln der Maxima und Minima ergibt sich die aufschlußreiche Tatsache, daß die Änderungen der mittleren Extremtemperaturen durchaus nicht parallel zu denen der mittleren Monatstemperatur verlaufen, vielmehr sowohl dem Betrage, als auch dem Vorzeichen nach sich voneinander unterscheiden. Sehr schön läßt sich das in Bild 1 überblicken, wo die Änderungen der mittleren Extreme und der mittleren Lufttemperatur zum besseren Vergleich nebeneinander graphisch dargestellt sind. Wären nämlich die Änderungen

der drei Größen gleich groß, so müßten die drei Linienzüge kongruent sein, was in Wirklichkeit nur für den Monat November zutrifft; im übrigen treten mehr oder weniger starke Divergenzen auf. Die Werte der

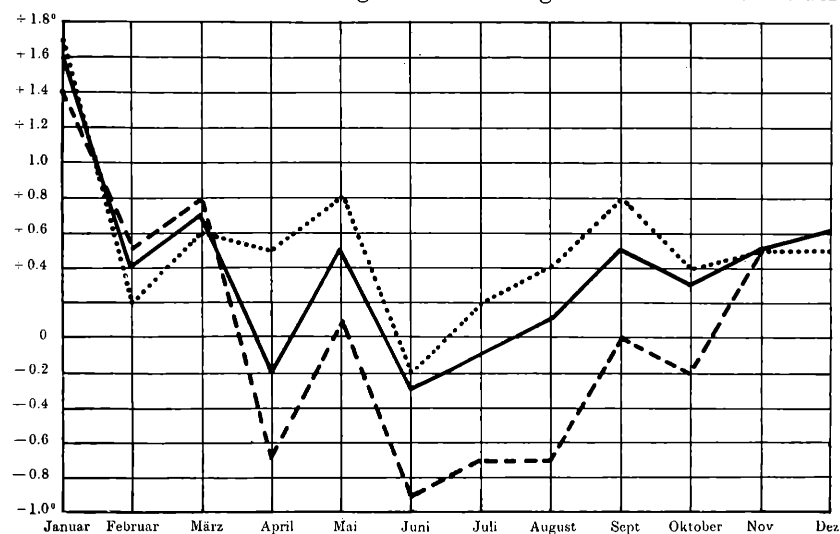


Bild 1. Änderung der mittleren Temperatur und der mittleren Temperaturextreme in Geisenheim 1913/40 gegen 1885/1912. ━━━ mittlere Temperatur, — — — mittleres Maximum, mittleres Minimum.

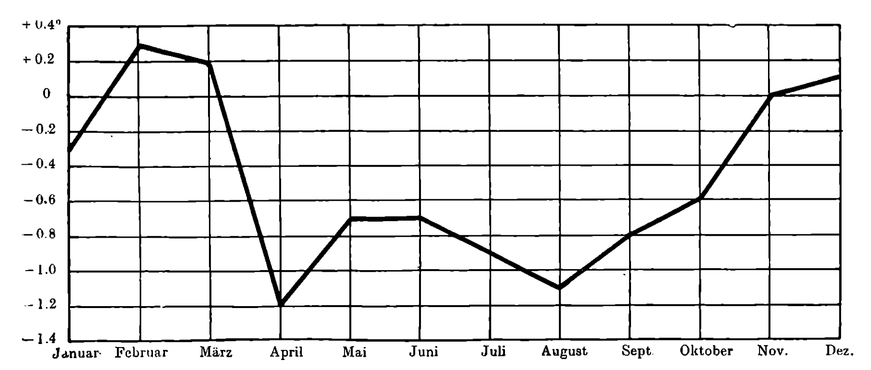


Bild 2. Änderung der mittleren täglichen (unperiodischen) Temperaturschwankung in Geisenheim 1913/40 gegen 1885/1912.

mittleren täglichen Schwankung (unperiodische Amplitude) ergeben sich zwar ohne weiteres aus Tabelle 3 und 4, sind jedoch in Anbetracht der Bedeutung dieser Größe für die Charakterisierung des Klimas in Tabelle 5 und Bild 2 besonders wiedergegeben.

Es erscheint angebracht, vor einer ausführlichen Besprechung des gewonnenen Zahlenmaterials einige Zusammenhänge aus der speziellen

Tabelle 1. Temperaturmittelwerte in Geisenheim.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
1913/40 . . .	*1.7*	2.2	5.7	9.3	14.3	17.0	**18.4**	17.6	14.5	9.4	5.1	2.0	9.8	1.9	9.8	17.7	9.6
1885/1912 . .	*0.1*	1.8	5.0	9.5	13.8	17.3	**18.5**	17.5	14.0	9.1	4.6	1.4	9.4	1.1	9.4	17.8	9.2
Differenz . .	**+1.6**	+0.4	+0.7	−0.2	+0.5	*−0.3*	−0.1	+0.1	+0.5	+0.3	+0.5	+0.6	+0.4	**+0.8**	+0.4	*−0.1*	+0.4

Tabelle 2. Durchschnittliche Abweichungen von den Temperaturmittelwerten in Geisenheim.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
1913/40 . . .	**2.1**	1.8	1.2	1.2	1.3	1.4	1.1	*0.9*	1.0	1.0	1.5	1.6	0.5	**1.8**	1.2	*1.1*	1.2
1885/1912 . .	**1.9**	1.8	1.3	1.1	1.0	*0.9*	1.2	1.1	0.9	1.2	1.1	1.5	0.4	**1.7**	1.1	*1.0*	1.1
Differenz . .	+0.2	0.0	−0.1	+0.1	+0.3	**+0.5**	−0.1	*−0.2*	+0.1	*−0.2*	+0.4	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1

Tabelle 3. Mittlere Maxima in Geisenheim.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
1913/40 . . .	*4.2*	5.9	10.6	14.4	20.0	22.7	**24.1**	23.5	20.3	13.7	7.9	4.3	14.3	4.8	15.0	23.4	14.0
1885/1912 . .	*2.8*	5.4	9.8	15.1	19.9	23.6	**24.8**	24.2	20.3	13.9	7.4	3.7	14.2	4.0	14.9	24.2	13.9
Differenz . .	**+1.4**	+0.5	+0.8	−0.7	+0.1	*−0.9*	−0.7	−0.7	0.0	−0.2	+0.5	+0.6	+0.1	**+0.8**	+0.1	*−0.8*	+0.1

Tabelle 4. Mittlere Minima in Geisenheim.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
1913/40 . . .	—1.1	—*1.3*	1.3	4.5	8.6	11.2	**13.0**	12.4	9.8	5.6	2.2	—0.7	5.5	—1.0	4.8	12.2	5.9
1885/1912 . .	—*2.8*	—1.5	0.7	4.0	7.8	11.4	**12.8**	12.0	9.0	5.2	1.7	—1.2	4.9	—1.8	4.2	12.1	5.3
Differenz . .	+**1.7**	+0.2	+0.6	+0.5	+0.8	—*0.2*	+0.2	+0.4	+0.8	+0.4	+0.5	+0.5	+0.6	+**0.8**	+0.6	+*0.1*	+0.6

Tabelle 5. Mittlere tägliche Temperaturschwankung in Geisenheim.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Jahr	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
1913/40 . . .	*5.3*	7.2	9.3	9.9	11.4	**11.5**	11.1	11.1	10.5	8.1	5.7	5.0	8.8	5.8	10.2	11.2	8.1
1885/1912 . .	*5.6*	6.9	9.1	11.1	12.1	**12.2**	12.0	**12.2**	11.3	8.7	5.7	4.9	9.3	5.8	10.8	12.1	8.6
Differenz . .	—0.3	+**0.3**	+0.2	—*1.2*	—0.7	—0.7	—0.9	—1.1	—0.8	—0.6	0.0	+0.1	—0.5	0.0	—0.6	—*0.9*	—0.5

Tabelle 6.

Mittlere Zahl der Frosttage (Minimum $< 0^0$) und die Eintrittszeiten des letzten, bzw. ersten Frostes in Geisenheim.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Jahr	Letzter Frosttag	Erster Frosttag	Frostfreie Zeit
1913/40 . . .	16.3	15.0	11.4	2.7	0.2	—	1.9	7.8	15.6	70.9	18. April	28. Oktober	193 Tage
1885/1912 . .	20.6	16.2	12.5	3.8	0.4	0.1	3.3	9.0	16.2	82.1	22. „	22. „	183 „
Differenz . .	—4.3	—1.2	—1.1	—1.1	—0.2	—0.1	—1.4	—1.2	—0.6	—11.2	—4	+6	+10 Tage

Klimatologie unserer Gegend in Erinnerung zu bringen. Infolge seiner geographischen Lage hat Südwestdeutschland kein einheitliches Klima: es bildet eine Grenzzone zwischen dem maritimen westlichen und dem kontinentalen östlichen Klima und stellt ein Kampfgebiet zwischen diesen beiden Einflüssen dar, wobei in Abhängigkeit von der Großwetterlage bald der eine, bald der andere zur Herrschaft kommt. Zur Charakterisierung der jeweiligen Witterung wurde deshalb von LINKE und DINIES der Begriff des Luftkörpers geschaffen, von dem uns an dieser Stelle nur die Einteilung in maritime und kontinentale Luftkörper interessiert. Die maritimen Luftkörper sind im Sommer kühl und feucht (Schafkälte Ende Juni!), im Winter verhältnismäßig warm und feucht und verursachen Tauwetter; die kontinentalen bringen im Sommer Hitze mit gelegentlichen Gewittern, im Winter dagegen anhaltende Kälte.

Betrachtet man unter diesen Gesichtspunkten Tabelle 1, so weist, trotz Mitberücksichtigung des bei weitem niedrigsten Januarmittels von 1940 (— 7,4^0), die um den sehr großen Betrag von 1,6^0 erhöhte Januartemperatur darauf hin, daß in der zweiten Hälfte der Beobachtungsreihe die maritimen Luftkörper im Winter öfters auftraten als die kontinentalen; dasselbe gilt in schwächerem Ausmaß für die Frühlings- und Herbstmonate; die praktisch gleich gebliebene Sommertemperatur läßt keine Schlüsse über eine Änderung der Witterung zu. Auch die lediglich im Mai und Juni größeren Werte der durchschnittlichen Abweichung vom Mittel (Tabelle 2) deuten nur stärkere Schwankungen der betreffenden Monatsmittel an, führen aber darüber hinaus zu keiner weiteren Erkenntnis.

Wesentlich aufschlußreicher sind die Gegenüberstellungen der Extremmittel und der sich hieraus ergebenden mittleren täglichen unperiodischen Schwankung (Tabelle 3, 4, 5, Bild 1 und 2). Ohne im einzelnen auf die für sich sprechenden Monatsergebnisse einzugehen, seien im folgenden nur kurz die wichtigsten Jahres- und Jahreszeitenwerte hervorgehoben:

1. Im Jahresmittelwert ist das Maximum nahezu unverändert geblieben, das Minimum ist höher, die Schwankung kleiner geworden.

2. Im Winter sind das Maximum und das Minimum um denselben Betrag angestiegen, die Schwankung daher = 0.

3. Im Frühling und im Herbst weist praktisch nur das Minimum einen gleich großen Anstieg auf, die Schwankung ist kleiner geworden.

4. Im Sommer zeigt das Maximum einen Rückgang, das Minimum ändert sich kaum, die Schwankung erleidet eine stärkste Abnahme.

Zur Abrundung des Bildes ist noch in Tabelle 6 die Häufigkeit der in den Vergleichsperioden beobachteten Frosttage (Minimum $< 0^0$), sowie Angaben über die Eintrittszeiten des letzten, bzw. des ersten Frostes zusammengestellt. Auch diese, für den Landbau äußerst wich-

tigen Ergebnisse — die Abnahme der Zahl der Frosttage und die Verlängerung der frostfreien Zeit um 10 Tage — beweisen die eingetretene Erwärmung aufs nachdrücklichste.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die in der zweiten Hälfte der Geisenheimer Beobachtungsreihe festgestellte Lufttemperaturerhöhung beruht zum größten Teil auf einem Milderwerden des Winters und der Übergangsjahreszeiten; der Sommer blieb nahezu unverändert, wobei jedoch der tägliche Temperaturgang sich derart änderte, daß bei einem kaum erhöhten Minimum, das Maximum einen stärkeren Rückgang zeigte; die tägliche Temperaturschwankung wurde durchweg kleiner. Alles dies bedeutet eine zunehmende Häufigkeit der maritimen Luftkörper.

Das Zustandekommen dieser Klimamilderung, die, wie eingangs gesagt, sich auf ganz Nord- und Mitteleuropa erstreckt, ist eine unmittelbare Folge verstärkter Zirkulation, d. h. eines intensiveren meridionalen Austausches zwischen warmen und kalten Luftmassen. Über die Ursache dieser letzten Erscheinung bestehen zur Zeit mehrere Annahmen, deren Erörterung jedoch den Rahmen des vorliegenden Aufsatzes überschreiten würde, weshalb zum Studium dieses Problems auf die einschlägige Literatur verwiesen wird.

Schrifttum.

Dinies, E., Luftkörper-Klimatologie. Arch. dtsch. Seewarte **50** (1931), Nr. 6.

Hann, J., Handbuch der Klimatologie, 4. Aufl., Stuttgart 1932.

Linke, F., Die Luftkörperanschauung. Zs. ges. phys. Therapie **37** (1929), S. 217.

Wagner, A., Klimaänderungen und Klimaschwankungen, Braunschweig 1940.

Weger, N., Mikroklimatologische Studien in Weinbergen. Biokl. Beiblätter **6** (1939), S. 169.

Witterstein, F., Kleinklimatische Untersuchungen im Rheingau. Jb. Nass. Ver. Naturk. **83** (1936), S. 59.